



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-374164

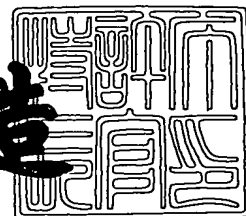
出 願 人
Applicant(s):

株式会社ニコン
株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070866

【書類名】 特許願

【整理番号】 002252

【提出日】 平成12年12月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 23/225

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 荏原マイスター株式
会社内

【氏名】 中筋 護

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 野路 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 佐竹 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100089705

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100091063

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 英夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100096068

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 住江

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010958

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置及び該装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電子銃から放出された電子線を電子光学系を介して試料の面上に結像させる電子線装置であって、

前記電子銃と前記電子光学系とを分離する仕切板を備えてなり、該仕切板が前記電子線を通過させるためのアスペクト比の大きい穴を有することを特徴とする電子線装置。

【請求項 2】 前記穴が、それぞれの前記電子銃に対して 2 個以上設けられていることを特徴とする、請求項 1 記載の電子線装置。

【請求項 3】 それぞれの前記穴が、前記電子銃の光軸から外れた位置に形成されていることを特徴とする、請求項 2 記載の電子線装置。

【請求項 4】 前記仕切板が剛性の高い材料で形成され、前記仕切板に対して前記電子銃及び前記電子光学系が取り付けられていることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の電子線装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の電子線装置を用いて、プロセス途中のウェーハの評価を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、最小線幅が 0.1 ミクロン以下のパターンを有するウェーハ、マスク等の試料の評価を高スループット、高信頼性で行うのに適した電子線装置及びそれを用いたデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

マルチビームを使用する電子線装置は既に公知である。例えば、電子銃から所定の径に収束された 1 個以上の電子線を放出させて被検査試料の表面に結像させ、被検査試料を移動させることによって該被検査試料の表面を電子線で走査し、被検査試料から放出される 2 次電子や反射電子を複数の検出素子で検出して、そ

これらの検出素子の出力を同時に又は並列的に処理することにより、微細パターンの評価時間を短縮するようにした電子線装置は公知である。

【0003】

また、複数の電子銃から放出される電子線のスポット形状のバラツキを解消して微細パターンの評価精度を高めるために、複数の一次電子線で被検査試料を照射し、その結果放出された2次電子や反射電子を一次電子線毎に検出して、一次電子線毎に電極電圧又は励磁電流を調節するようにした微細パターン評価装置も公知である。

【0004】

こうしたマルチビーム型の電子線装置にあっては、電子銃の部分とレンズ・偏向系とで、必要とされる真空度に相違がある。例えば、マルチエミッター型の又は熱電界放出型の電子銃においては、電子銃のカソードの近傍は、 10^{-8} torr よりも良好な真空度にしないと安全に動作しないのに対して、レンズ・偏向系は、静電レンズや静電偏向器を用いた場合であっても、 10^{-6} torr 程度の真空度が達成されれば充分動作可能である。したがって、電子線装置の構成要素毎に、所定の真空度を維持しなければならないという問題があった。

【0005】

また、電子光学鏡筒内の電子線の光軸上に極めて多くのイオンが存在するため、正イオンが電子銃のカソードに衝突してカソードに穴を開けてしまうという問題もある。

【0006】

更に、マルチビーム且つマルチコラムの電子線装置を製造する場合、それぞれのコラムをどのように固定すべきかという問題に、明確な解答が出されていないのが実状である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、上記の問題を解決するために提案されたものであり、レンズ・偏向系の真空度が低いときにも電子銃部の真空度を高く保持し、もって、電子銃のカソードの破損を防止し、振動に強い電子線装置及びそれを用いたデバイス製造

方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項 1 の発明は、

複数の電子銃から放出された電子線を電子光学系を介して試料の面上に結像させる電子線装置であって、

前記電子銃と前記電子光学系とを分離する仕切板を備えてなり、該仕切板が前記電子線を通過させるためのアスペクト比の大きい穴を有することを特徴とする電子線装置、
を提供する。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 の発明は、前記穴が、それぞれの前記電子銃に対して 2 個以上設けられていることを特徴とするものであり、請求項 3 の発明は、それぞれの前記穴が、前記電子銃の光軸から外れた位置に形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 の発明は、前記仕切板を剛性の高い材料で形成し、前記仕切板に対して前記電子銃及び前記電子光学系を取り付けるようにしたものである。

請求項 5 の発明は、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の電子線装置を用いて、プロセス途中のウェーハの評価を行うことを特徴とするデバイス製造方法を提供する。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、図 1 を用いて、この発明に係る電子線装置の一つの実施の形態について説明する。図 1 において、電子線装置はマルチビーム・マルチカラムの構造を有しており、鏡筒（図示せず）に両端が固定された厚い仕切板 S によって電子銃部 X と電子光学系 Y とに分離される。電子銃部 X は、それぞれが円筒形をなし且つベローズ 2 によって相互に結合されている複数の電子銃室 1 を備え、それぞれの電子銃室 1 には、TFE カソード 3 及びショットキーシールド 4 を備えた熱電界放出型の電子銃 5 が設けられる。各電子銃 5 は高圧ケーブル 6 によって給電され

て T F E カソード 3 から電子線を放出する。

【 0 0 1 2 】

各電子銃室 1 はネジ 7 によって仕切板 S に固定される。このため、仕切板 S は十分な剛性を持つように所定の厚みを持つことが必要であり、仕切板 S の剛性が充分でない場合には、隣り合う電子銃室 1 の間に補強用のリブを配置することが望ましい。なお、各電子銃室 1 は排気のためイオンポンプ（図示せず）と接続されている。

【 0 0 1 3 】

それぞれの電子銃 5 の T F E カソード 3 の $\langle 3 0 1 \rangle$ 又は $\langle 1 0 0 \rangle$ 方位の面から放出された電子線が仕切板 S を全て通過することができるよう、仕切板 S には、各電子銃室 1 の電子銃 5 の光軸を中心とする円周上に所定の個数の、例えば 4 個の穴 8 が形成される。これらの穴 8 のそれぞれは、電子銃室の真空度を悪化させないように大きなアスペクト比（穴の長さに対する穴の径の比）を有し、T F E カソード 3 から離れるにしたがって、径が大きくなるよう形成される。なお、それぞれの穴 8 は、下へ行くにしたがって光軸から離れる方へ斜めに形成されるのでもよい。

【 0 0 1 4 】

一方、電子光学系 Y は、複数の電子銃室 1 から放出された複数の電子線でウェーハ等の試料 W を照射するよう各電子線の形状を整形するために、各電子銃室 1 に対応して設置されたレンズ・偏向系 1 0 を有する。それぞれのレンズ・偏向系 1 0 は、対応する電子銃 5 からの電子線を通過させる例えば 4 個の穴 8 を囲むように仕切板 S にネジ 1 1 により固定された細長いパイプ 9 を備え、それぞれのパイプ 9 の内部に、所要のレンズ及び偏向器が配置され、仕切板 S の例えば 4 個の穴 8 を通過した電子線を整形して試料 W に垂直に入射させる。こうして、マルチカラムの電子光学系 Y が構成される。

【 0 0 1 5 】

このため、個々のレンズ・偏向系 1 0 は、パイプ 9 内に、コンデンサ・レンズ 1 2、マルチ開口板 1 3、縮小レンズ 1 4、偏向器 1 5 及び対物レンズ 1 6 を順に設けるようにしている。コンデンサ・レンズ 1 2 は、仕切板 S に形成された穴

8のそれぞれを通過した電子線を収束する。マルチ開口板13は、コンデンサ・レンズ12によって収束された電子線を通過させるよう、パイプ9によって囲まれた仕切板Sの部分の穴8と同数の小孔を備えている。縮小レンズ14は、マルチ開口板13を通過した電子線のビーム寸法と間隔を縮小して偏向器15を通過させる。偏向器15は、縮小レンズ14によって縮小された電子線が試料上を走査するよう、電子線の進行方向を変更する。対物レンズ16は、偏向器15を通過した電子線を試料Wに合焦させる。

【0016】

それぞれのパイプ9には排気穴17が設けられ、これによって、仕切板Sと電子銃部Xと電子光学系Yとを収納する鏡筒（図示せず）の内部を真空に保つためのポンプによって各パイプ9の内部も真空に保たれる。また、コンデンサ・レンズ12、マルチ開口板13、縮小レンズ14、偏向器15及び対物レンズ16には、図1に点線で例示するリード線を介して、所要の電圧が印加される。必要に応じて、コンデンサ・レンズ12、マルチ開口板13、縮小レンズ14、偏向器15及び対物レンズ16は、絶縁スペーサ18を介してパイプ9の内壁に取り付けられる。

【0017】

図1に示す電子線装置は、欠陥検査、線幅測定、合わせ精度測定、電位コントラスト測定、欠陥レビュー又はストロボSEMのための評価装置として、プロセス途中のウェーハの評価を行うために使用することができる。以下、プロセス途中のウェーハの評価について説明する。半導体デバイスの製造工程は、図3に示すように、

- (1) ウェーハを製造するウェーハ製造工程、
- (2) 露光に使用するマスクを製作する又は準備するマスク製造又は準備工程、
- (3) ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハプロセッシング工程、
- (4) ウェーハ上に掲載されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能ならしめるチップ組立工程、
- (5) 出来たチップを検査する検査工程、

の各主工程を含む。それぞれの工程は更に幾つかのサブ工程からなっている。

【0018】

これらの主工程の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼす主工程がウェーハプロセッシング工程である。この工程では、設計された回路パターンをウェーハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。このウェーハプロセッシング工程は、

(31) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、あるいは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程(CVDやスパッタリング等を用いる)、

(32) この薄膜層やウェーハ試料を酸化する酸化工程、

(33) 薄膜層やウェーハ試料等を選択的に加工するためにマスク(レチクル)を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィ工程、

(34) レジストパターンにしたがって薄膜層や試料を加工するエッチング工程(例えばドライエッチング技術を用いる)、

(35) イオン・不純物注入拡散工程、

(36) レジスト剥離工程、

(37) 更に加工されたウェーハを検査する検査工程、

の各工程を含む。

【0019】

なお、ウェーハプロセッシング工程の中核をなす(33)のリソグラフィ工程は、前段の工程で回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコーティングするレジスト工程、レジストを露光する露光工程、露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程、及び、現像されたレジストのパターンを安定化するためのアニール工程を含む。

【0020】

この発明に係る電子線装置は、(37)更に加工されたウェーハを検査する検査工程において使用することができる。

【0021】

【発明の効果】

以上、この発明に係る電子線装置の実施の形態について説明したところから理解されたとおり、この発明は、

1. 電子銃部と電子光学系とを仕切板により分離するので、各部毎に独立に所要の真空度を達成することが可能である、

2. 電子銃部と電子光学系とをコンダクタンスの小さい穴で結合するようにしたので、電子銃部と電子光学系との間の圧力差を大きく取ることが可能である、

3. 仕切板には、それぞれの電子銃の光軸から離れた位置に穴が形成されるので、試料又は電子光学系の方から光軸上を正イオンが電子銃のカソードの方へ戻って来ても、この仕切板によって遮られるため、正イオンによってカソードが損傷されることがない、

等の格別の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明に係る電子線装置の一つの実施の形態の構成を概略的に示す断面図である。

【図 2】

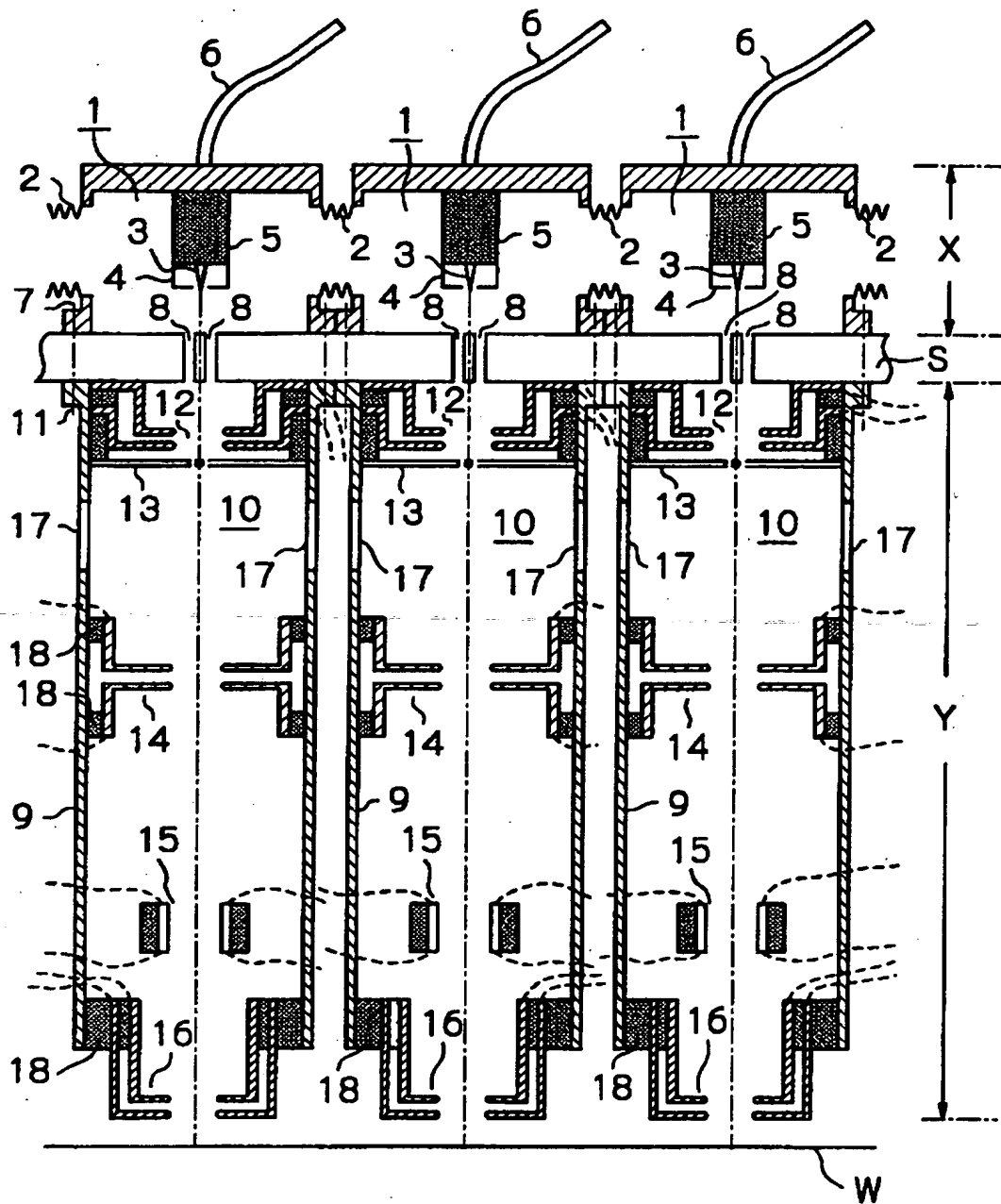
この発明に係る電子線装置を用いてプロセス途中のウェハの評価を行う工程を説明するための図である

【符号の説明】

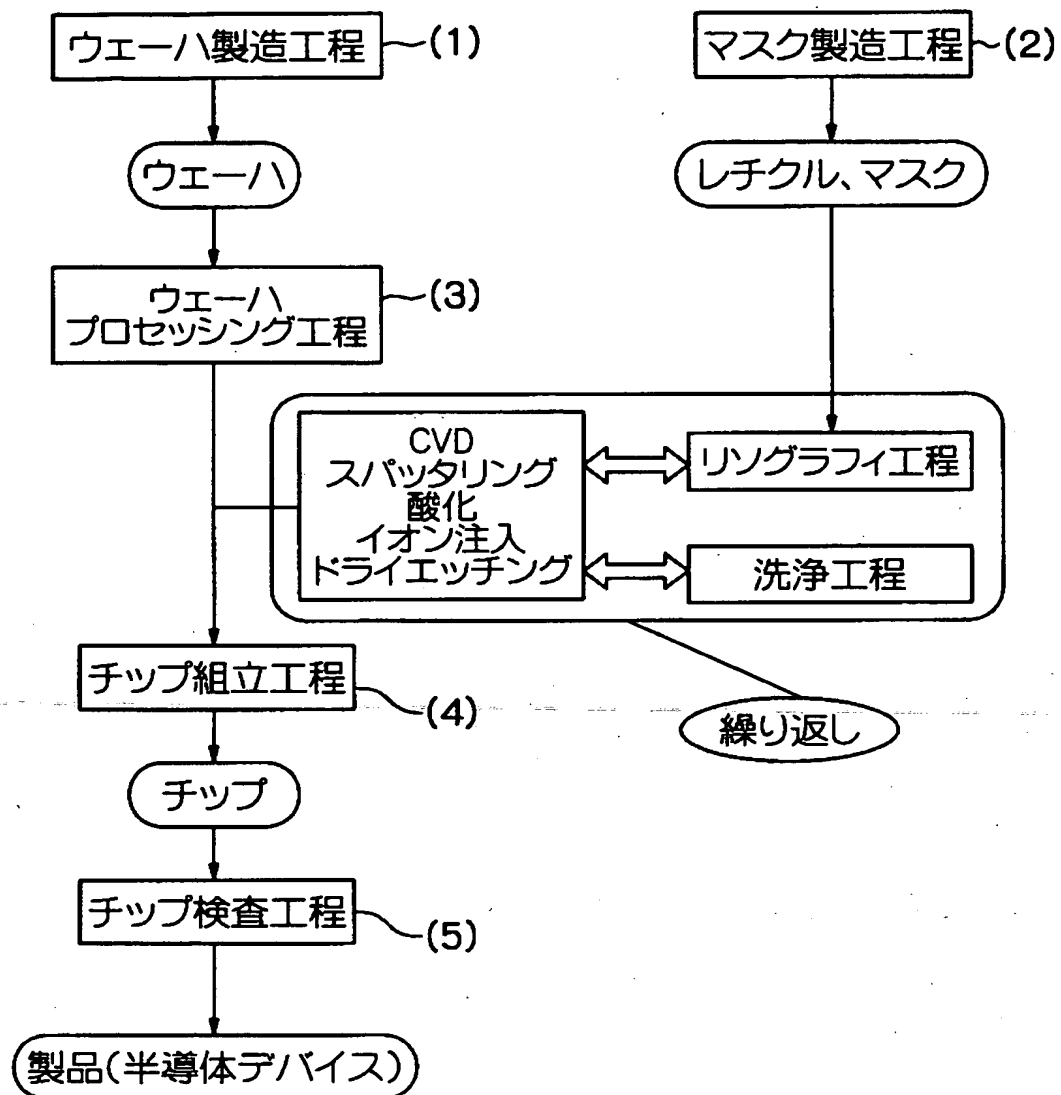
X : 電子銃部、 S : 仕切板、 Y : 電子光学系、 1 : 電子銃室、 2 : ベローズ、 3 : カソード、 4 : ショットキーシールド、 5 : 電子銃、 6 : 高圧ケーブル、 8 : 穴、 9 : パイプ、 10 : レンズ・偏向系、 12 : コンデンサ・レンズ、 13 : マルチ開口板、 14 : 縮小レンズ、 15 : 偏向器、 16 : 対物レンズ、 17 : 排気孔、 18 : 絶縁スペーサ

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子光学系の真空度が低いときにも電子銃部の真空度を高く保持し得る電子線装置及びそれを用いたデバイス製造方法を提供すること。

【解決手段】 複数の電子銃 5 から放出された電子線を電子光学系 Y を介して試料 W の面上に結像させる電子線装置は、電子銃 5 と電子光学系 Y とを分離する仕切板 S を備えてなり、該仕切板 S に、電子線を通過させるためのアスペクト比の大きい複数の穴 8 を形成する。これらの穴は電子銃 5 の光軸から外れた位置に設けられる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所